Die obermiozäne (sarmatische) Flora von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana

Von Walter Berger

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. November 1953)

Einleitung.

Die jungtertiären und altquartären Ablagerungen von Mittelitalien haben eine große Anzahl zum Teil sehr reicher und gut erhaltener fossiler Floren geliefert. Ein Teil von ihnen wurde in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in einer Reihe von großen monographischen Werken bearbeitet, unter denen vor allem die Abhandlungen von Massalongo u. Scarabelli (1858/59) über die fossile Flora von Senigallia bei Ancona und die von Gaudin u. Strozzi (1858, 1858 a—1864) über die Pflanzenreste der Toskana hervorgehoben zu werden verdienen. Alle diese Arbeiten sind heute freilich mehr oder weniger veraltet; moderne Revisionen fehlen so gut wie ganz, und manches wertvolle und aufschlußreiche Material ist bis heute überhaupt noch nicht untersucht worden.

Im Frühjahr 1953 konnte ich auf Anregung von Herrn Professor Tongiorgi dank der finanziellen Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien und der großzügigen Gastfreundschaft der Universität Pisa einen Studienaufenthalt in Pisa nehmen und dabei eine der schönsten und reichsten, bis dahin noch weitgehend unbearbeiteten Aufsammlungen eingehend studieren. Es handelte sich um die obermiozäne (sarmatische) Flora von Gabbro in den Monti Livornesi (südöstlich von Livorno in der westlichen Toskana), von der die Pteridophyten und die Gymnospermen zwar schon von Marchetti (1935) bzw. Martinoli (1938) behandelt worden sind, die aus Dikotyledonenresten bestehende überwiegende Masse des Materials aber noch unbearbeitet war. Das Material befindet sich zum Großteil in den Geologischen Instituten der Universitäten Pisa und Bologna; dieser

Teil stellt eine sehr alte Aufsammlung dar, die schon um 1870 von dem nach Italien emigrierten polnischen Adeligen de Bosniaski angelegt worden war. Kleinere, erst in neuerer Zeit zustande gekommene Aufsammlungen liegen im Geologischen Institut der Universität Florenz und im Provinzialmuseum in Livorno. Diese genannten Aufsammlungen konnte ich in meine Untersuchungen einbeziehen, so daß mit der in italienischer Sprache vorgesehenen ausführlichen Abhandlung über die Flora von Gabbro das gesamte derzeit vorhandene Material des Fundortes erfaßt sein dürfte. Bis jetzt konnten annähernd 1700 Exemplare untersucht werden.

Bei einem amerikanischen Bombenangriff auf die zivilen Stadtviertel von Pisa im Jahre 1943 wurde auch das Geologische Institut der Universität schwer getroffen und dabei neben anderem wertvollen Material ein Teil der Aufsammlung von Gabbro vernichtet. Darunter befand sich das gesamte Pteridophytenmaterial, so daß ich die Ergebnisse Marchettis nicht überprüfen konnte. Wohl aber sind die Gymnospermen erhalten geblieben; ich habe sie in meine Untersuchungen mit einbezogen und konnte die Ergebnisse Martinolis in einigen Punkten berichtigen.

Das Material von Gabbro stammt von einer Reihe verschiedener Fundpunkte, die freilich räumlich eng beisammen liegen und deren Gesteine auch einem einzigen, altersmäßig eng begrenzten Schichtpaket angehören. Leider sind infolge des Alters der Aufsammlung und die durch die Bombardierung verursachte Unordnung Fundortetiketten nicht erhalten geblieben, so daß das Material heute nicht mehr nach einzelnen Lokalitäten gesondert werden kann. Jedenfalls scheinen aber lokal ziemlich bedeutende Unterschiede in der artlichen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes geherrscht zu haben, denn in dem in Pisa aufbewahrten (älteren) Sammlungsmaterial bilden die sommergrünen Eichenblätter einen hervorragenden Anteil, während sie in den Aufsammlungen in Florenz und Livorno stark zurücktreten. Da aber, wie erwähnt, die Schichten der einzelnen Fundstellen altersmäßig nicht wesentlich voneinander verschieden sein können, haben wir in diesen Unterschieden des Pflanzenbestandes nicht die Auswirkungen klimatischer Schwankungen zu sehen, sondern nur fazielle Unterschiede, verursacht durch örtlich abweichende ökologische Bedingungen an den verschiedenen Standorten.

Die Pflanzenreste von Gabbro liegen in einem sehr feinkörnigen, gleichmäßigen, dünntafeligen, hellgelbgrauen Mergel; sie sind nahezu ausnahmslos nur als Abdrücke, ohne eine Spur von organischer Substanz, erhalten; infolge der feinen, gleichmäßigen Gesteinsbeschaffenheit sind aber alle morphologischen Feinheiten

der Nervatur und der Randbeschaffenheit meist vorzüglich erhalten und lassen eine genaue Untersuchung zu. Mußte sich so die Bearbeitung des vorliegenden Materials auch auf rein makroskopisch-morphologische Vergleiche beschränken, so konnten doch eine Reihe interessanter Ergebnisse erzielt werden.

Für das Zustandekommen der Arbeit danke ich in erster Linie Herrn Professor E. Tongiorgi, Pisa, und Herrn Professor F. Knoll, Wien, ferner aber allen, die mich mit Hilfeleistungen und Ratschlägen in Österreich und Italien liebenswürdig unterstützt haben.

Die fossile Flora von Gabbro.

Ich gebe hier eine Liste der im Material von Gabbro nachgewiesenen fossilen Pflanzenformen; eine Beschreibung der einzelnen Pflanzenreste mit Abbildungen ist der geplanten italienischen Arbeit vorbehalten. Der Häufigkeitsgrad der einzelnen Arten ist nach folgendem Schema angegeben:

1 = vereinzelt (unter $^1/_2$%),
2 = sehr selten ($^1/_2$ bis 1%),
3 = selten (1 bis $2^1/_2$%),
4 = mäßig selten ($2^1/_2$ bis 5%),
5 = mäßig häufig (5 bis 10%),
6 = häufig (10 bis 20%),
7 = sehr häufig (20 bis 40%).

Thuyopsis europaea Heer (id. *T. dolabrata* Sieb. u. Zucc.) 2,
Callitris brongniarti Endl. (id. *C. quadrivalvis* Vent.) 1,
Libocedrus salicornioides Ung. (cf. *L. decurrens* Torr.) 1,
Glyptostrobus europaeus Bgt. (id. *G. heterophyllus* Endl.) 3,
Sequoia langsdorfi Bgt. (id. *S. sempervirens* Endl.) 5,
Sequoia sternbergi (Göpp.) Heer (cf. *S. gigantea* Torr.) 2,
Abies cf. *alba* 1,
cf. *Cedrus* sp. 1,
Pinus „hepios“ (Ung.) (cf. *P. halepensis* Mill.) 3,
Pinus hampeana Ung. (cf. *P. variabilis* Lam.) 1,
Pinus goethana Ung. 1,
Pinus taedaeformis Ung. (cf. *P. taeda* L.) 4,
Pinus saturni Ung. (cf. *P. patula* Schd.) 4,
Pinus sp. (Samen) 1,
? *Alnus* sp. (Kätzchen) 1,
Alnus hoernesi Stur (cf. *A. serrulata* Willd.) 1,
cf. *Corylus* sp. 1,
Carpinus pyramidalis Gaud. (Fruchtbecher) (cf. *C. betulus* L.) 1,

Fagus marsilii Mass. (id. *F. silvatica* L.) 1,
Fagus attenuata Göpp. (id. *F. ferruginea* Ait.) 2,
Quercus wenningeri n. sp. (cf. *Q. canariensis* Willd., *Q. hartwissiana* Stev.) 3,
Quercus cardanii Mass. (cf. *Q. pubescens* Willd.) 3,
Quercus sp. (cf. *Q. polycarpa* Schur vel. *syspirensis* Koch) 1,
Quercus etymodrys Ung. (cf. *Q. prinoides* Willd.) 3,
Quercus parlatorii Gaud. (? cf. *Q. cerris* L.) 1,
Quercus pseudocastanea Göpp. (cf. *Q. castaneaefolia* C. A. Mey.) 2,
Quercus tongiorgii n. sp. (cf. *Q. comptonae* Sarg.) 3,
Quercus cf. *aquatica* Willd. 1,
cf. *Quercus alba* L. 1,
Quercus mediterranea Ung. (id. *Q. ilex* L.) 3,
Quercus drymeja Ung. (id. *Q. turbinata* Bl.) 2,
Quercus sp. indet. (auch Fruchtbecher) 3,
cf. *Myrica lignitum* (Ung.) Sap. (cf. *M. cerifera* L.) 1,
Salix lavateri Heer (id. *S. nigra* Marsh) 2,
Populus leucophylla Ung. (id. *P. alba* L.) 1,
Populus denticulata (Heer) (id. *P. nigra* L.) 2,
Populus crenata Ung. (cf. *P. tremula* L.) 2,
Populus balsamoides Ung. (id. *P. balsamifera* L.) 2,
Ulmus plurinervia Ung. (id. *U. campestris* L.) 3,
Ulmus longifolia Ung. (cf. *U. alata* Mchx.) 1,
Zelkova ungeri (Ett.) Kov. (id. *Z. crenata* Spach) 3,
cf. *Pterocarya* sp. 1,
Engelhardtia brongniarti Sap. (id. *E. philippinensis* A. DC.) 1,
Abronia bronni (Ung.) Laur. (id. *A. macroptera* Mchx.) 1,
Liquidambar europaeum A. Br. (id. *L. styraciflua* L.) 1,
Platanus aceroides Göpp. (id. *P. acerifolia* Willd.) 4,
Laurus primigenia Ung. (cf. *L. canariensis* L.) 2,
Oreodaphne heeri Gaud. 3,
Cinnamomophyllum (Cinnamomum) polymorphum (A. Br.) Kr. & Weyl. (id. *Cinnamomum camphora* L.) 3,
Cinnamomophyllum (Neolitsea) scheuchzeri (Heer) Kr. & Weyl. (cf. *Neolitsea glauca* Sieb. & Zucc. u. a.) 3,
Cinnamomophyllum (Neolitsea) lanceolatum Ung. 1,
Cinnamomophyllum sp. indet. 3,
cf. *Prunus insistitia* L. 1,
cf. *Amygdalus nana* L. 1,
cf. *Pirus prunifolia* Wills. 1,
cf. *Pirus japonica* Sieb. & Zucc. 1,
cf. *Pirus tormentosa* Willd. 1,

Crataegus teutonica Ung. (id. *C. punctata* Ait.) 1,
cf. *Crataegus latifolia* L. 1,
cf. *Rosa* sp. 1,
cf. Rosaceae div. sp. 3,
Ceratonia emarginata Heer 1,
Cercis virgiliana Mass. (id. *C. siliquastrum* L.) 1,
cf. *Cassia hyperboraea* Heer 2,
cf. *Caesalpinia townshendi* Heer 1,
cf. *Phaseolites fraternus* Sap. 1,
cf. Leguminosae div. sp. 2,
Tilia malmgreni Heer (id. *T. americana* L.) 1,
Banisteriaecarpus giganteus (Göpp.) Schenk 1,
Heterocalyx ungeri Sap. 1,
Sapindus falcifolius A. Br. (id. *S. marginata* Willd.) 3,
Acer (Palmata) nordenskjöldi Nath. (id. *A. palmatum* Thbg.) 1,
Acer (Platanoidea) integerrimum Viv. (cf. *A. capadocicum* Gled.) 1,
Acer (Rubra) cf. *trilobatum* A. Br. (cf. *A. rubrum* L.) 1,
Acer sp. (Spaltfrüchte) 1,
Apocynophyllum apocynophyllum (Web.) Weyl. (cf. *Landolphia coathoniana* Hall.) 1,
Cornus studeri Heer (cf. *C. alba* L.) 1,
Zizyphus zizyphoides (Ung.) Weyl. (cf. *Z. sinensis* Lam.) 1,
„*Paliurus*“ *colombi* Heer 2,
Liliaceae indet. 1,
cf. „*Majanthemophyllum*“ sp. 1,
Smilax hastata Brong. (cf. *S. aspera* L.) 1,
cf. *Dioscorea versicolor* Wall. 1,
Potamogeton caespitosum Sap. 2,
Phragmites oeningensis A. Br. 1,
Poacites sp. (Blütenstand) 1,
Gramineae vel Cyperaceae div. indet. 5.
Unbestimmbare Blattreste:
Sommergrüne Laubwaldtypen (cf. *Betulaceae*) 3,
immergrüne Laubwaldtypen (cf. *Lauraceae*) 7,
Kleinblattypen 5.

Ergebnisse.

Der Erhaltungszustand der Pflanzenreste von Gabbro läßt darauf schließen, daß sie, ohne längeren vorhergehenden Transport durch strömendes Wasser, in der unmittelbaren Umgebung ihres jeweiligen Lebensraumes eingebettet wurden. Dafür spricht,

daß auch großflächige, zarte Blätter vielfach unbeschädigt erhalten sind, anderseits von Bäumen, welche ganze Kurztriebe, Zweiglein oder zusammengesetzte Blätter abwerfen, diese vielfach im natürlichen Zusammenhang als ganze eingebettet wurden (*Thujopsis, Callitris, Libocedrus, Glyptostrobus, Sequoia, Pinus, Zelkova,* Leguminosen, *Heterocalyx*).

Eigentliche Wasserpflanzen sind unter dem Material selten, dagegen machen breitblätterige schilfartige Gräser und Riedgräser einen hohen Prozentsatz aus — auch Wurzelstöcke von Schilf sind vorhanden — und zeigen, daß die Ufer stellenweise von Röhricht und Sumpfwiesen gesäumt waren.

Verhältnismäßig selten sind dagegen wieder Bäume und Sträucher des sumpfigen Au- und Uferwaldes; nur *Zelkova* ist etwas häufiger, und daneben *Populus*, während *Callitris, Libocedrus, Glyptostrobus, Myrica* und *Salix* ganz zurücktreten. Der feuchte Laubwald ist durch *Platanus* vertreten und durch spärlichen *Liquidambar*. Noch seltener sind Reste des mäßig feuchten, gemäßigten sommergrünen Laubwaldes, wie er in der Gegenwart für die Flachland- und unteren Gebirgslagen in Mitteleuropa kennzeichnend ist; was hieher gehört — *Alnus, Corylus, Carpinus, Fagus, Ulmus, Tilia, Acer, Cornus* — ist fast ausnahmslos nur durch ein oder zwei Exemplare vertreten, im Vergleich zur gesamten Masse also ein verschwindend geringer Bestand.

Sehr zahlreich — weitaus die Hauptmasse des gesamten Pflanzenbestandes ausmachend — sind dagegen Blätter von Lauraceen oder von Holzgewächsen mit lauraceenartigem Habitus. Die systematische Stellung ist bei der überwiegenden Mehrzahl dieser Reste nicht einmal mit einiger Wahrscheinlichkeit zu bestimmen — manche ältere Autoren haben hier durch kritiklose, unbegründete Benennungen viel Verwirrung gestiftet —, denn der lauraceenartige Blattypus (derbhäutig bis lederig, ganzrandig, meist mittelgroß, lanzettlich bis oval, mit mehr oder weniger bogen- oder schlingenläufiger Nervatur) ist durch Konvergenz in zahlreichen einander verwandtschaftlich ganz fernestehenden Pflanzenfamilien in vielfach völlig gleicher Weise entwickelt worden. So wenig sich diese Blattformen also für eine systematische Bestimmung eignen, so gut sind sie anderseits für ökologisch-klimatologische Schlüsse zu verwenden, denn der Lauraceen-Blattypus ist die kennzeichnende Blattform warmfeuchter, immergrüner Laubwälder, wie sie in den Subtropen vor allem die Niederungen besiedeln, in den Tropen die Berghänge. Dieser Waldtypus war also zur Zeit des Sarmats im Gebiet von Gabbro sehr verbreitet.

Ein weiteres auffälliges und anteilsmäßig stark hervortretendes Element der fossilen Flora von Gabbro stellen die sommergrünen, gelapptblätterigen Eichen dar. Die sommergrünen Eichen sind in ihren ökologischen Ansprüchen wohl sehr verschieden; die rezenten Vergleichsarten der von Gabbro vorliegenden fossilen Formen bevorzugen aber vor allem mäßig trockene Standorte. Der Eichenwald war demnach neben dem Lorbeerwald eine zweite, sehr kennzeichnende Waldform des Sarmats von Gabbro und hat wohl, im Gegensatz zu jenem, mehr die trockenen Gebiete besiedelt; die Tatsache, daß, wie schon angedeutet, an den verschiedenen Fundorten Blätter von sommergrünen Eichen und von lorbeerartigen Bäumen in auffällig verschiedener Häufigkeit verteilt auftreten, bestätigt den Schluß, daß wir es hier mit zwei verschiedenen, räumlich getrennt gedeihenden Waldformen zu tun haben.

Aus mäßig trockenen Wäldern stammen weiter wohl auch die verhältnismäßig häufigen Reste von *Sequoia*. Dasselbe können wir ferner von den *Pinus*-Arten vermuten. Freilich sind die verschiedenen rezenten *Pinus*-Arten in ihren ökologischen Ansprüchen sehr verschieden, und mit bestimmten rezenten Arten lassen sich die fossilen auf Grund der Nadeln allein nicht eindeutig parallelisieren. Doch bevorzugt der Großteil der rezenten *Pinus*-Arten mäßig trockene Standorte, so daß wir dies zumindest für einen Teil der fossilen Arten von Gabbro auch als wahrscheinlich annehmen können. Auffällig ist jedenfalls, daß *Pinus*- und *Sequoia*-Reste in denselben Aufsammlungen besonders zahlreich sind, in denen auch die Eichenblätter stark vorherrschen.

Schließlich bleibt noch ein bedeutender Anteil trockenheitsliebender Pflanzen. Es sind dies die immergrünen, gezähnten Eichen, *Zizyphus, Smilax* und *Sapindus*, und vor allem aber die zahlreichen verschiedenen kleinblätterigen, teils dünnhäutigen, teils derblederigen Formen, die wohl einem lichten, trockenen, savannen- oder buschsteppenartigen Pflanzenbestand entstammen. Ein Teil der dünnhäutigen Kleinblattformen stammt wohl von Leguminosen — ohne daß hier eine nähere Bestimmung möglich wäre —, die große Masse ist aber ihrer systematischen Stellung nach völlig unbestimmbar, trotzdem aber — analog den lorbeerartigen Blattformen — für ökologisch-klimatologische Schlüsse gut zu verwenden.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß die fossile Pflanzenwelt von Gabbro vor allem von drei vorherrschenden Waldtypen stammt: 1. immergrünen feuchtwarmen Lauraceenwäldern in den Niederungen nahe den Gewässern, 2. mäßig trockenen Wäldern mit vorherrschend sommergrünen Eichen,

Sequoien und Föhren[1] und 3. trockenen, lichten Savannen und Buschsteppen mit baumförmigen Leguminosen und kleinblätterigen Sträuchern. Sumpf-, Au- und Uferwälder sowie sommergrüne Laubwälder traten demgegenüber stark zurück. Da naturgemäß von einer Waldvegetation um so mehr Pflanzenreste in die fossilführenden Ablagerungen gelangen, je näher sie dem sedimentbildenden Gewässer gewachsen ist, können wir annehmen, daß die trockenheitsliebenden Pflanzenbestände im Landschaftsbild des Sarmats von Gabbro noch eine wesentlich größere Rolle gespielt haben, als es uns jetzt durch ihren Anteil am Fossilbestand vor Augen geführt wird.

Dies alles spricht für ein subtropisch-warmes, ziemlich trockenes Klima mit geringer Luftfeuchtigkeit, in dem nur in Senken und in der Nähe von Gewässern sich unter günstigeren Grundwasserbedingungen örtlich eine üppigere, feuchtigkeitsliebende Pflanzenwelt entfalten konnte (vgl. Zeuner 1932).

Das vorliegende Material zeigt, wie wichtig es bei einer ökologisch-klimatologischen Auswertung fossilen Pflanzenmaterials ist, nicht nur die artliche Zusammensetzung einer Flora zu berücksichtigen, sondern vor allem die individuenmäßige. Die sommergrünen Laubwaldelemente (Betulaceen usw.) treten im Artbestand der fossilen Flora von Gabbro mit rund 25 Arten auffällig in Erscheinung; im Individuenbestand verschwinden sie mit kaum 7% (unbestimmbare Reste, die dem Habitus nach hieherzustellen sind, miteingerechnet) nahezu vollständig. Ähnlich verhält es sich mit der annähernd gleichalterigen Flora von Öningen (Heer 1855—1859), von der Heer zwar keine absoluten Zahlenangaben bringt, aber zu Vergleichszwecken brauchbare relative Häufigkeitsstufen. Wir können wohl annehmen, daß auch in der mit der Gabbro-Flora annähernd gleichalterigen und im Artbestand weitgehend übereinstimmenden fossilen Flora von Senigallia bei Ancona (Massalongo u. Scarabelli 1858/59) die Verteilung der Individuen auf die Arten ähnlich ist, obwohl leider Massalongo u. Scarabelli keinerlei Angaben über absolute oder relative Häufigkeit der von ihnen beschriebenen Arten bringen.

Eine fossile Flora gewinnt stets damit an Interesse, wenn wir sie zeitlich und räumlich in einen weiteren Rahmen einbauen, sie

[1] Wir können dabei wohl an eine ähnliche Vegetationsform denken wie wir sie heute in nächster Nähe der Monti Livornesi, in den küstennahen Wäldern an der Arnomündung, beobachten, wo die trockeneren Bodenwellen, die „tombole“, von Kiefern bestanden sind, während die dazwischenliegenden feuchten Senken, die „lame“, durch sommergrüne Eichen gekennzeichnet sind.

also mit verschiedenalterigen Floren desselben geographischen Gebietes und mit gleichalterigen Floren entfernterer Gegenden vergleichen können und damit zu florengeschichtlichen und paläophytogeographischen Schlüssen gelangen. Leider haben wir hier bei der Flora von Gabbro nur sehr wenig Vergleichsmöglichkeiten. Die jungtertiären Floren von Mittelitalien harren, wie schon erwähnt, einer Neubearbeitung, und Abhandlungen, die eine tragfähige Grundlage für eingehende Vergleiche böten, gibt es nicht. Die Floren von Senigallia und Ancona geben — auch nach der von Paolucci (1896) durchgeführten Neubearbeitung —, soweit überhaupt ein Vergleich möglich ist, annähernd dasselbe Bild wie das vorliegende Material von Gabbro und lassen also annehmen, daß die hier geschilderten klimatisch-ökologischen Verhältnisse im Sarmat von ganz Mittelitalien weitgehend dieselben waren. Auch die sarmatischen Pflanzenreste aus der Umgebung von Siena (Gaudin u. Strozzi 1858, 1858 a, 1864) sprechen für diese Annahme.

Auffällig verschieden von den sarmatischen Floren Mittelitaliens sind dagegen die gleichalterigen oberitalienischen, vor allem die von Polenta bei Forli (Principi 1922, 1926). Die lorbeerartigen immergrünen Laubwaldformen treten hier ebenso wie die kleinblätterigen Trockenformen stark zurück, und es überwiegen an ihrer Stelle die Formen des gemäßigten, feuchten sommergrünen Laubwaldes; so sind in der Flora von Polenta die häufigsten Elemente: *Sequoia, Carpinus, Fagus, Castanea, Quercus* (sommergrüne Arten), *Betula, Zelkova, Platanus* und *Acer*. Dieser auffällige Unterschied ist freilich leicht erklärbar. Auch heute bildet der nördliche (Ligurisch-etruskische) Apennin eine scharfe Klimascheide zwischen dem warmen, subtropisch-mediterranen Gebiet der Toskana und Umbriens einerseits und der kälteren, schon der mitteleuropäischen Klima- und Florenprovinz angehörigen Poebene. Da dieser nördliche Teil des Apennins schon im Sarmat bestand — wenn auch noch nicht in seiner heutigen Höhe —, dürfte er schon damals seine Bedeutung als Klimagrenze gehabt haben, die Poebene also merklich kühler und feuchter gewesen sein als Mittelitalien. Die sarmatische Flora von Montescano bei Stradella (Principi 1914), dem Ligurischen Meere wesentlich näher gelegen als die von Polenta, zeigt bereits stärkere Annäherungen an die Verhältnisse in Mittelitalien. Wohl machen auch hier die sommergrünen, feucht-gemäßigten Laubwaldelemente die Hauptmasse aus, daneben treten aber auch immergrüne Tropenwaldelemente in größerer Zahl auf, wie „*Ficus*“, „*Laurus*“, „*Cinnamomum*“, *Berchemia* und *Diospyros*.

Weitgehende Übereinstimmung mit der fossilen Flora von Gabbro zeigen dagegen wieder die gleichalterigen Floren von Südfrankreich und dem Rhonetal (Charay, Rochesauve u. a.), bei denen nur die lorbeerartigen immergrünen Laubwaldformen noch stärker vorzuherrschen scheinen, während die kleinblätterigen Trockenformen mehr zurücktreten. (Wobei freilich auch hier wieder das Fehlen moderner Bearbeitungen einen genauen Vergleich erschwert.) In den sarmatischen Floren des französischen Zentralmassivs (Joursac) treten dagegen die wärmeliebenden Elemente stark zurück und herrschen kleinblätterige Trockenheitsformen vor. Es zog sich also, ähnlich wie in der Gegenwart, die warme mittelmeerische Klimaprovinz in einem schmalen Streifen im Rhonetalgraben nach Norden bis in das Gebiet von Südwestdeutschland und der Schweiz, damals wohl noch begünstigt durch große Binnengewässer in den genannten Gebieten, welche das Klima noch milder und der Vegetation günstiger gestalteten. Die sarmatischen Floren von Le Locle in der Westschweiz und von Öningen im Bodenseegebiet (Heer 1855—1859) zeigen denn auch noch ganz und gar mittelmeerisches Gepräge. Weiter nach Osten zu, gegen das Wiener und Ungarische Becken, wurden die Klimaverhältnisse — zumindest zeitweise — noch trockener (vgl. Berger u. Zabusch 1952, 1953).

Ein auffälliger Unterschied zwischen den sarmatischen Floren von Mittelitalien (Gabbro, Senigallia, Ancona, Siena) und Südfrankreich einerseits und denen von Öningen, dem Wiener und Ungarischen Becken anderseits besteht nur darin, daß in dem ersteren, südlichen Gebiet Föhren und sommergrüne Eichen so auffällig hervortreten, während im letzteren, nördlichen Gebiet die Föhren nicht besonders häufig sind, die sommergrünen Eichen überhaupt ganz oder fast ganz fehlen. Vielleicht können wir diese Erscheinung damit deuten, daß in Mitteleuropa das Klima so trocken war, daß außer in den grundwasserbegünstigten Senken und Ufergebieten mit lokaler, galeriewaldartiger, üppiger, feuchtigkeitsliebender Vegetation nur sehr trockenheitsbeständige Savannen und Buschsteppen bestehen konnten (vgl. Zeuner 1932), während im Mittelmeergebiet die Luftfeuchtigkeit doch groß genug war, daß in einiger Entfernung vom Wasser noch mäßig trockenheitsliebende Eichen- und Föhrenwälder gediehen.

Zusammenfassung.

Die aus rund 1700 Exemplaren bestehende, sehr schöne Aufsammlung obermiozäner (sarmatischer) Pflanzenreste von Gabbro

bei Livorno, deren Material sich zum Großteil in der Universität Pisa befindet und von dem bisher nur die Pteridophyten und Coniferen bearbeitet waren, wurde einer gründlichen Untersuchung unterzogen.

Die Fossilreste stammen von mehreren topographisch und stratigraphisch eng benachbarten Fundpunkten, deren Fundmaterial ziemlich verschiedenartig zusammengesetzt ist. Es sind vor allem drei Gruppen von Pflanzen zu beobachten, die wohl aus drei gesonderten, ökologisch verschiedenen Vegetationsgebieten stammen: 1. lorbeerartige Gewächse, einem immergrünen, feuchtwarmen, subtropischen Laubwald entstammend, offenbar aus den Niederungen in Ufernähe, 2. sommergrüne, gelapptblätterige Eichen sowie Nadelhölzer (Sequoia, Pinus), wohl unter mäßig trockenen Bedingungen im Hinterland der Küste gewachsen, und 3. trockenheitsliebende kleinblätterige Formen (Leguminosen u. a.), offenbar aus savannen- und buschsteppenartigen, lichten Pflanzenverbänden mehr im Landesinneren. Demgegenüber treten Vertreter des sommergrünen, feucht-gemäßigten Laubwaldes stark zurück (nur *Platanus* ist etwas häufiger), ebenso aber auch solche sumpfiger Au- und Uferwälder (nur *Zelkova* ist häufiger). Es ergibt sich so für das Sarmat von Mittelitalien ein trocken-warmes Klima, in dem nur örtlich in der Umgebung von Gewässern üppigere feuchtigkeitsliebende Vegetation gedeihen konnte.

Die fossile Flora von Gabbro hat größte Ähnlichkeit mit anderen gleichalterigen Floren aus Mittelitalien (vor allem Senigallia und Ancona), ferner aber auch aus Südfrankreich, dem Rhonetal und der Schweiz (Le Locle, Öningen), während die gleichalterigen Floren aus der Poebene (vor allem Polenta) ein merklich kühleres und feuchteres Klima anzeigen. Gegenüber den gleichalterigen Floren aus dem südlichen Mitteleuropa (Öningen, Wiener Becken, Nordungarn) unterscheidet sich die Flora von Gabbro durch ihren Reichtum an sommergrünen Eichen, was wohl auf etwas höhere Luftfeuchtigkeit zurückzuführen ist.

Literaturverzeichnis.

Berger, W. und Zabusch, F.: Die Pflanzenreste aus den obermiozänen Ablagerungen der Türkenschanze in Wien (Vorläufiger Bericht). Sitzungsber. Österr. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl. 161, Wien 1952.

— Die obermiozäne (sarmatische) Flore der Türkenschanze in Wien. N. Jahrb. f. Geol., Abh. 98, Stuttgart 1953.

Gaudin, C. T. und Strozzi, C.: Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane. Mém. Soc. Helv. Sci. Nat. 16, Lausanne 1858.

— Contributions à la flore fossile italienne I—VI. Mém. Soc. Helv. Sci. Nat. 16—22, Lausanne 1858 (a) bis 1864.

Heer, O.: Flora tertiaria Helvetiae I—III. Winterthur 1855—1859.
Marchetti, M.: Flora fossile del Gabbro (Monti Livornese). Pteridophyta. Palaeontogr. Ital. 35, Pisa 1935.
Martinoli, G.: Flora fossile del Gabbro (Monti Livornesi). Gymnospermae. Palaeontogr. ital. 38, Pisa 1938.
Massalongo, A. und Scarabelli, E.: Studi sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Sinigagliese, Imola 1858/59.
Paolucci, L.: Nuovi materiali e ricerche critiche sulle piante fossili terziarie dei gessi di Ancona, Ancona 1896.
Principi, P.: Contributo alla flora messiniana di Stradella. Riv. ital. Paleont. 20, Rom 1914.
— Flora messiniana di Polenta in provincia di Forli. Riv. ital. Paleont. 28, Rom 1922.
— Flora sarmaziana di Polenta in provincia di Forlì. Atti Soc. Lig. Sei. et Lett., N. S. 5, Pavia 1926.
Zeuner, F.: Die Nervatur der Blätter von Öningen und ihre methodische Auswertung für das Klimaproblem. Cbl. f. Min. usw., Mh. 1932, Stuttgart 1932.